

*С. А. Язикова*¹✉

Оценка плотности эффективного палеотеплового потока северо-восточных районов Западно-Сибирского бассейна

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: YazikovaSA@ipgg.sbras.ru

Аннотация. На исследуемой территории построены одномерные модели осадочного чехла с уточнением литологического состава. Выполнена калибровка тепловой истории в 15 скважинах и определены величины плотности эффективного палеотеплового потока в основании осадочного чехла. Интервал изменения значений составляет от 38 до 53 мВт/м².

Ключевые слова: палеотепловой поток, Западно-Сибирский бассейн, бассейновое моделирование

*S. A. Yazikova*¹✉

Estimation of the effective paleo heat flow density of the northern areas of the West Siberian basin

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: YazikovaSA@ipgg.sbras.ru

Abstract. One-dimensional models of the sedimentary cover with refined lithological composition were constructed for the study area. Thermal history calibration was performed in 15 wells, and the values of the effective paleo heat flow density at the base of the sedimentary cover were determined. The values range from 38 to 53 mW/m².

Keywords: paleo heat flow, West Siberian Basin, basin modeling

Введение

Тепловой режим осадочных бассейнов является одним из ключевых факторов, контролирующих процессы генерации углеводородов. Он также служит основой для бассейнового моделирования при прогнозировании и поиске месторождений [1,12]. Западно-Сибирский осадочный бассейн представляет собой один из крупнейших нефтегазоносных бассейнов мира и остается объектом пристального внимания исследователей. Особый интерес представляют северные районы бассейна, где сложное сочетание факторов, включая увеличенную мощность осадочного чехла и особенности палеоклиматических условий [5,6], формируют уникальный тепловой режим, требующий детального изучения.

Наиболее полно современный тепловой поток на территории Западной Сибири исследован в работах [2,3,8,9]. Однако для расчета бассейновых моделей необходимо учитывать палеотепловой поток, количественная оценка которого

на северо-востоке Западно-Сибирского бассейна проводилась лишь фрагментарно.

В данной работе проводится оценка плотности эффективного палеотеплового потока в основании осадочного чехла для северных районов Западно-Сибирского бассейна на основе реконструкций температурной истории в разрезах 15 скважин.

Под плотностью эффективного палеотеплового потока авторы понимают количество тепловой энергии, проходящей через единицу поверхности основания осадочного чехла в единицу времени в разные моменты геологической истории (далее по тексту - тепловой поток).

Методы и материалы

Исследование включает в себя несколько этапов:

- 1) сбор и анализ геолого-геофизических данных по скважинам;
- 2) интерпретацию каротажа с целью уточнения литологии разреза;
- 3) реконструкцию теплового потока посредством 1D моделирования.

Для определения теплового потока были выбраны наиболее глубокие скважины, содержащие достаточное количество геолого-геохимической информации (рис.1)

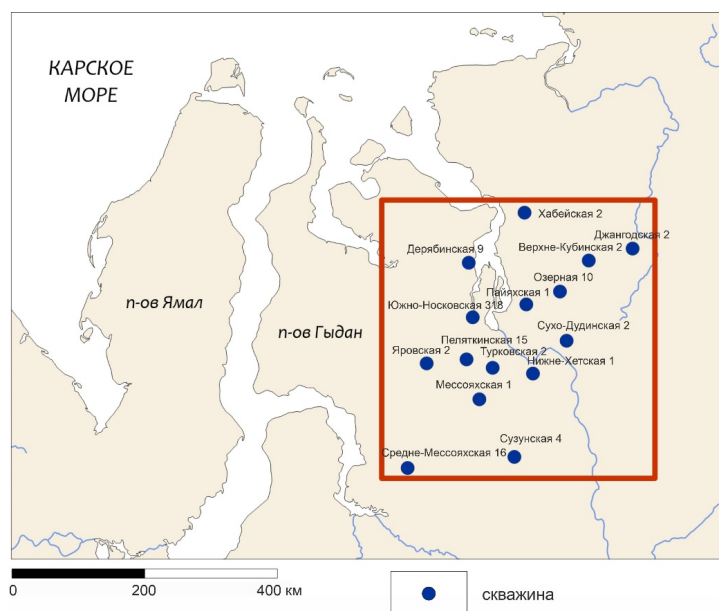


Рис. 1 Расположение скважин

Литология осадочного чехла определена по данным геофизических исследований скважин с использованием программного комплекса GISWell. Теплопроводность, плотность, содержание радиоактивных элементов, реологические константы, определяющие законы уплотнения, и эмпирические зависимости изменения пористости с глубиной принимались на основании обобщении петро-

физических данных для разных литологических типов Западно-Сибирского бассейна.

Для расчета плотности теплового потока в пакетах бассейнового моделирования необходимо задание граничных условий. Контроль корректности построений выполняется при калибровке расчетной тепловой модели фактическими данными (отражательная способность витринита, пластовые температуры). В качестве верхней границы были заданы средние значения среднегодовой температуры на границе вода-осадок (SWIT – Surface Water Interface Temperature) [11]. Нижней границей модели являлась плотность теплового потока на нижней границе литосферы. В программном комплексе Genex были построены одномерные модели осадочного чехла территории исследования. Тепловой поток на нижней границе принимался постоянным по времени, поскольку начиная с юрского периода, глубинный тепловой поток характеризуется квазистационарным состоянием [3, 7]. Калибровка проводилась по значениям отражательной способности витринита (R_o) [10]. В результате вычислительных экспериментов было получено удовлетворительное соответствие расчетных значений (модель Easy% R_o [13]) и фактических замеров R_o (рис. 2)

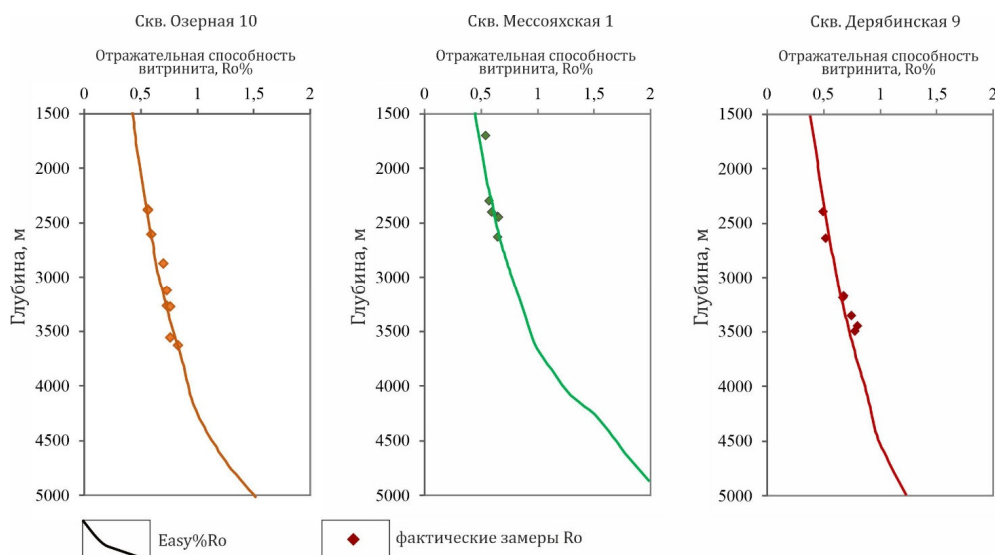


Рис. 2 Пример калибровки теплового потока

Результаты

В результате моделирования определена плотность теплового потока в 15 скважинах (рис. 3). В пределах изучаемой территории значения варьируют от 38 до 53 мВт/м². Средняя величина теплового потока составляет 46 мВт/м². Наблюдается снижение значений в скважинах, расположенных в прибортовой части осадочного чехла (Хабейская 2, Дерябинская 9, Сузунская 4). Повышенные значения теплового потока (выше 50 мВт/м²) достигаются в скважинах Мессояхская 1, Турковская 2, Сухо-Дудинская 2, Нижне-Хетская 1, Джангодская 2. Несущественные колебания величины теплового потока в основании осадочного чехла в мезозойско-кайнозойскую эру связаны с историей погружения осадочных

толщ. В таблице 1 приведены значения расчетного эффективного палеотеплового потока, аппроксимированного на возраст осадочного чехла. Результаты работы удовлетворительно соотносятся с ранее опубликованными данными [4,9].

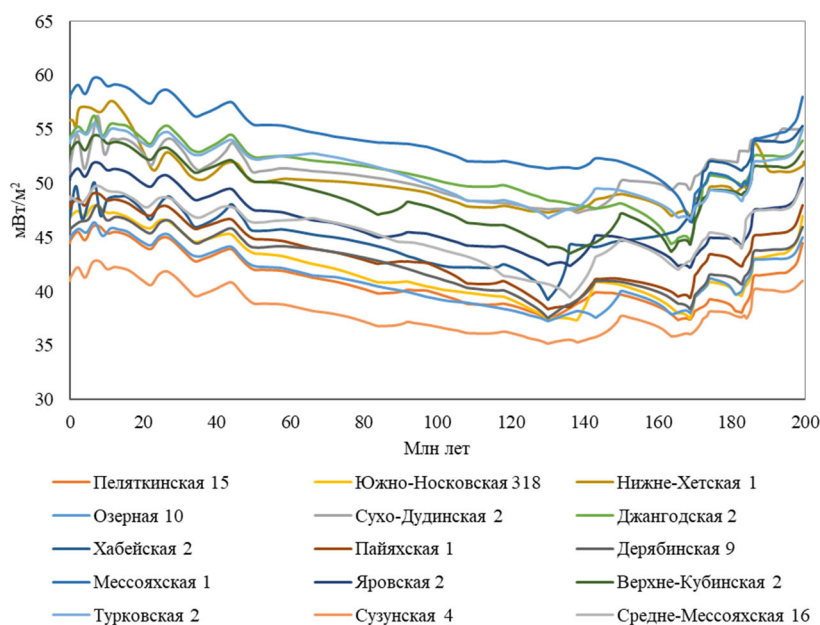


Рис. 3 График изменения плотности эффективного палеотеплового потока в осадочном чехле

Таблица 1

Средняя плотность эффективного палеотеплового потока в скважинах

Скважина	№	Плотность эффективного палеотеплового потока, мВт/м ²
Сухо-Дудинская	2	50,6
Нижне-Хетская	1	50,4
Джангодская	2	50,0
Хабейская	2	42,5
Пайяхская	1	42,3
Дерябинская	9	41,5
Мессояхская	1	53,1
Яровская	2	45,4
Верхне-Кубинская	2	47,7
Турковская	2	50,1
Сузунская	4	38,6
Средне-Мессояхская	16	43,9
Южно-Носковская	318	41,0
Озерная	10	40,2
Пеляткинская	15	40,1

Работа выполнена в рамках государственной программы FWZZ-2022-0007 «Цифровая модель Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, седиментогенез и литостратиграфия, закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений, детализированная количественная оценка ресурсов углеводородов в традиционных и нетрадиционных скоплениях, как основа прогноза развития нефтегазового комплекса».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галушкин Ю. И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтеносности. — Москва: Научный мир, 2007. — 456 с.
2. Дучков А. Д., Соколова Л. С. Температура литосферы Сибири по геотермическим данным // Геология и геофизика. — 1985. — № 12. — С. 60–71.
3. Дучков А. Д., Балобаев В. Т., Лысак С. В., Соколова Л. С., Девяткин В. Н., Володько Б. В., Левченко А. Н. Тепловой поток Сибири // Геология и геофизика. — 1982. — № 1. — С. 42–51.
4. Дучков А. Д., Железняк М. Н., Аюнов Д. Е., Веселов О. В., Соколова Л. С., Казанцев С. А., Горнов П. Ю., Добрецов Н. Н., Болдырев И. И., Пчельников Д. В., Добрецов А. Н. Геотермический атлас Сибири и Дальнего Востока. — 2009–2012. — URL: <http://maps.nrcgit.ru/geoterm/> (дата обращения: 10.04.2025).
5. Искоркина А. А. Палеоклиматические факторы реконструкции термической истории нефтематеринской баженовской свиты арктического региона Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. — 2016. — Т. 327. — № 8. — С. 59–73.
6. Конторович А. Э., Бурштейн Л. М., Малышев Н. А., Сафронов П. И., Гуськов С. А., Ершов С. В., Казаненков В. А., Ким Н. С., Конторович В. А., Костырева Е. А., Меленевский В. Н., Лившиц В. Р., Поляков А. А., Скворцов М. Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтегенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54. — № 8. — С. 1179–1226.
7. Курчиков А. Р. Геотермический режим углеводородных скоплений Западной Сибири // Геология и геофизика. — 2001. — Т. 42. — № 11–12. — С. 1846–1853.
8. Курчиков А. Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. — Москва: Недра, 1992. — 231 с.
9. Курчиков А. Р., Ставицкий Б. П. Геотермия нефтегазоносных областей Западной Сибири. — Москва: Недра, 1987. — 134 с.
10. Фомин А. Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских (юра, триас) и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. — Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. — 331 с.
11. Beardsmore G. R., Cull J. P. Crustal Heat Flow. — Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
12. Hantschel T., Kauerauf A. I. Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling. — Berlin: Springer, 2009. — 476 p.
13. Sweeney J. J., Burnham A. K. Evolution of a sample model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics // AAPG Bulletin. — 1990. — Vol. 74. — № 10. — P. 1559–1570.

© С. А. Язикова, 2025